

## Capítulo 1

# **SEDIMENTAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO: UMA ABORDAGEM UTILIZANDO TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO ORBITAL E GEOPROCESSAMENTO**

**lêdo Bezerra Sá; Ivan Ighour Silva Sá**

## **INTRODUÇÃO**

Até pouco tempo se acreditava que o problema dos sedimentos se reduzia ao simples fato do mau aspecto visual das águas de um determinado rio, lago ou represa. À medida que as investigações foram aprofundando, se demonstrou que as águas carregadas de sedimentos transportavam fertilizantes e inseticidas (contaminação química), argilas e partículas de matéria orgânica, cuja elevada capacidade de absorção lhe permite reter bactérias de qualquer tipo, nocivas a saúde. Por outro lado, os sedimentos, fisicamente, produzem o assoreamento de obras de infra-estruturas, provocam inundações na parte alta e desestabilizam os cursos d'água.

Muitas atividades vêm provocando impactos ambientais negativos nas águas superficiais (rios, lagos, estuários, mares ou oceanos). Os efeitos destas atividades podem estar representados por modificações na quantidade e/ou qualidade das águas, produzindo alterações no ecossistema aquático. Dentre os exemplos de projetos que ocasionam impactos relacionados com as águas superficiais pode-se destacar: projetos de exploração de minas a céu aberto, que ocasionam mudanças na hidrologia superficial e contaminação difusa; construção de barragens para abastecimento de água ou produção de energia elétrica; e projetos de desmatamentos e desenvolvimento agrícola que dão como resultados uma contaminação difusa por excesso de nutrientes e pesticidas que são carregados para o leito dos rios ou lagos, assim como o forte assoreamento que é produzido por estas práticas quando não se leva em conta o manejo adequado para cada uma destas atividades.

Outro fator muito importante é que os impactos causados pelos projetos em um lugar podem manifestar-se em distintos pontos da bacia hidrográfica. Esta característica se reveste de maior importância quando se verificam que, na maioria dos casos, os efeitos são experimentados águas à jusante.

Diante destas constatações objetivou-se detectar a origem e os principais agentes causais do elevado carregamento dos sedimentos ao leito do rio e conseqüentemente das obras de engenharia ali instaladas. Para tanto, foram utilizadas conjuntamente, técnicas de sensoriamento remoto,

utilizando imagens de satélite de última geração, sistema de informação geográfica para análise, interpretação e apresentação gráfica dos resultados e verificação em campo, com apoio de equipamentos modernos de posicionamento no terreno (GPS).

## Características da área estudada

A área de estudo compreende a Bacia do Rio São Francisco, que segundo Rocha (1983), é dividida em quatro grandes áreas: **Alto São Francisco** que compreende a parte superior do rio e, as sub-bacias dos rios: das Velhas, Abaeté, Pará, Jequitaiá, e Indaiá, que tem seu limite à jusante à altura da cidade de Pirapora. **Médio São Francisco**, que compreende as sub-bacias do rio Paracatu, Urucuia, Caririnha, Corrente, Grande, e Paramirim, situadas nos estados de Minas Gerais e Bahia, tendo seus limites a jusante no lago de Sobradinho, à altura de Remanso. **Sub Médio São Francisco** correspondendo entre outras as sub-bacias dos rios Pajeú e Moxotó, situado no estado de Pernambuco e os dois rios Torão e Vargem, seu limite à jusante localiza-se pouco abaixo da cidade de Paulo Afonso. **Baixo São Francisco** compreendendo as sub-bacias dos rios Ipanema e Capivara até a Foz do Rio no Oceano Atlântico.

A região do Vale do São Francisco tem sido alvo da crescente demanda de atividades agrícolas e, agroindustriais que degradam o meio ambiente sem atender aos critérios da legislação de proteção ambiental, que praticam desmatamentos demasiados nas margens do rio, retirando a mata ciliar deixando os solos totalmente expostos, o que acarreta numa série de problemas ambientais. Deste modo, é necessário um esforço integrado entre os diferentes seguimentos organizacionais para encontrar um modelo de desenvolvimento que possa promover a sustentabilidade dessas atividades, como também melhorar a qualidade de vida e o ambiente.

Segundo a ANA (2003) a bacia do São Francisco é vasta e complexa. Drena regiões de precipitações pluviométricas superiores a 2.000 mm nas suas cabeceiras, em Minas Gerais, até a zona semi-árida/árida da Bahia e Pernambuco, com menos de 350 mm, aumentando, daí em direção a foz onde os valores médios anuais são em torno de 1.300 mm.

A vazão média de longo termo na foz é de aproximadamente 2.810 m<sup>3</sup>/s, de acordo com a ANA e de 2.850 m<sup>3</sup>/s segundo a CHESF. Os rios do Estado de Minas Gerais contribuem com cerca de 2.040 m<sup>3</sup>/s, correspondendo a 72%.

Os rios da Bahia, com aproximadamente 610m<sup>3</sup>/s, equivalente a 22%. Os restantes 158m<sup>3</sup>/s, ou seja, 6% se distribuem entre Pernambuco, Alagoas e Sergipe. As contribuições dos rios que nascem do Distrito Federal e em Goiás, são reduzidas, estando suas contribuições incorporadas as de Minas, onde esses rios encontram o São Francisco. A vazão regularizada a partir de Sobradinho, na Bahia, é de 2.060 m<sup>3</sup>/s.

Cerca de 344.000 Km<sup>2</sup> da bacia do São Francisco, ou seja, 53,8% estão incluídas no polígono das secas, compreendendo 251 municípios e mais de 5.680.000 habitantes.



As altitudes da bacia variam de 1.600 a 600 m no alto, 1.400 a 500 m no médio, 800 a 200m no sub-médio e 480 m ao nível do mar no baixo.

Os climas predominantes são: Tropical úmido e temperado de altitude na porção alta, Tropical semi-árido e sub-úmido seco no médio, semi-árido e árido no sub-médio e sub-úmido no baixo.

As temperaturas médias anuais são de 23°C no alto, 24°C no médio, 27°C no sub-médio e 25°C no baixo.

Quanto às declividades, fator importante no transporte e deposição dos sedimentos em suspensão, há uma gradação de 0,7 a 0,2 m/Km no alto, 0,10 m/Km no médio, 0,10 a 3,1 m/km no sub-médio e 0,10 m/Km no baixo.

Os principais afluentes do São Francisco são no alto – Margem Esquerda (ME): Indaiá, Borrachudo e Abaeté. – Margem Direita (MD): Pará, Paraopeba, Velhas e Jequitaiá. No médio – ME: Paracatu, Urucaia, Pardo, Pandeiros, Carinhonha, Corrente e Grande. – MD: Pacuí, Verde Grande, Caraíba, Paramirim e Verde Jacaré. No sub-médio – ME: Pontal, Garças, Brígida, Terra Nova, Pajeú e Moxotó. – MD: Salitre, Poço, Curaçá, Vargem e Macureré. No baixo – ME: Ipanema, Traipú e Marituba. – MD: Capivara, Gararu e Betume.

De acordo com o IBGE (2000), a bacia do rio São Francisco apresenta a seguinte configuração (Tabela 1):

**TABELA 1. Área, população e número de municípios, por unidade federada na bacia do São Francisco.**

Unidade Federada	Área		População		Municípios	
	KM <sup>2</sup>	%	Habitantes	%	Nº	%
<b>MG</b>	235.417	36,8	7.595.274	57,2	240	47,7
<b>GO</b>	3.142	0,5	107.858	0,8	3	0,6
<b>DF</b>	1.336	0,2	2.000	-	1	0,2
<b>BA</b>	307.941	48,2	2.663.527	20,1	114	22,7
<b>PE</b>	69.518	10,8	1.614.565	12,2	69	13,7
<b>AL</b>	14.338	2,2	1.002.900	7,5	49	9,7
<b>SE</b>	7.473	1,3	291.831	2,2	27	5,4
<b>Total</b>	<b>639.219</b>	<b>100</b>	<b>13.297.955</b>	<b>100</b>	<b>503</b>	<b>100</b>

Fonte: Censo IBGE 2000 ANA/GEF/PNUMA/OEA.

Ainda segundo a ANA (2003), os sedimentos na bacia estão assim distribuídos: no alto, nas imediações de Pirapora-MG,  $8,3 \times 10^6$  T/ano; no médio, nas imediações de Morpará-BA,  $21,5 \times 10^6$  T/ano; no sub-médio, nas imediações de Juazeiro-BA,  $12,9 \times 10^6$  T/ano e no baixo, nas imediações de Propriá-AL,  $0,41 \times 10^6$  T/ano.

Entre os aspectos ambientais mais graves estão incluídos a erosão do solo e o conseqüente assoreamento dos cursos d'água. O desmatamento, sobretudo da mata ciliar, para o estabelecimento da agricultura, da pecuária extensiva e retirada de madeira, tem contribuído de forma determinante para a degradação. Neste contexto, a mata ciliar tem papel fundamental na minimização dos problemas que ocorrem na bacia hidráulica e por extensão em toda a bacia hidrográfica.

Com relação à mata ciliar, existe uma normativa que regulamenta as Áreas de Preservação Permanente (APPs). A referida lei estabelece, segundo Resolução CONAMA Nº 303 de 20 de março de 2002, que as APPs de drenagem e APPs de Nascente são áreas situadas em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, com largura mínima de:

- 30 metros para curso de água com menos de 10 metros de largura;
- 50 metros para curso de água com 10 a 50 metros de largura;
- 100 metros para curso de água com 50 a 200 metros de largura;
- 200 metros para curso de água com 200 a 600 metros de largura;
- 500 metros para curso de água com mais de 600 metros de largura;

Ao redor de nascente ou olho d'água, ainda que intermitente, é considerado um raio mínimo de 50 metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte.

Entende-se por nível mais alto aquele alcançado por ocasião da cheia sazonal do curso de água perene ou intermitente.

As APPs de Borda de Tabuleiro ou Chapada e APPs de Escarpa são consideradas a partir da linha de ruptura em faixa nunca inferior a 100 metros em projeção horizontal no sentido do reverso da escarpa.

As Rampas ou escarpas de terrenos com inclinação igual ou superior a 45 graus que delimitam relevos de tabuleiros, chapadas e planalto, estando limitada no topo pela ruptura positiva de declividade (linha de escarpa) e no sopé por ruptura negativa de declividade, englobando os depósitos de colúvio que se localizam próximo ao sopé da escarpa.

Entende-se por Chapada à paisagem de topografia plana, com declividade média inferior a 10 % (aproximadamente 6 graus) e superfície superior a 10 hectares, terminada de forma abrupta em escarpa, caracterizando-se a chapada por grandes superfícies a mais de 600 metros de altitude.

As altas concentrações de sólidos em suspensão observadas servem como carreadores de substâncias tóxicas adsorvidas. Os agrotóxicos, os fertilizantes e metais são facilmente adsorvidos nas partículas de solo e na maioria das vezes não são detectados em pontos de coleta próximos ao local de sua aplicação, podendo ser encontrados em locais muito distantes.

Os processos de assoreamento e bloqueio total de rios ou lagos devido ao alto conteúdo de material em suspensão são responsáveis pelo desequilíbrio entre espécies e desaparecimento completo de algumas formas de vida do ambiente aquático. As atividades fotossintéticas das plantas aquáticas podem por sua vez, serem inibidas pela interferência da passagem de luz.

Segundo ANDERSON (1975), a proporção de fontes de sedimentação no curso dos rios é apresentada na Tabela 2.



TABELA 2. Proporção do sedimento total segundo as fontes do material.

<b>FONTES</b>	<b>PROPORÇÃO</b>
Deslizamento	25%
Desprendimento de margens	55%
Erosão	20%

## MATERIAIS E MÉTODOS

Como materiais básicos para o desenvolvimento deste estudo foram utilizados os dados orbitais do Sistema da série Landsat 5-7, série histórica (1995-2005) e mosaico de imagens Geocover da NASA do ano de 2006. Estas imagens foram analisadas em suas características multiespectrais, geométricas e, sobretudo nas diferentes épocas do ano. Partiu-se do princípio que os diferentes comportamentos espectrais observados nos cursos d'água, através das imagens orbitais, indicassem concentrações de sedimentos e, por conseguinte a perfeita localização de suas principais fontes.

Para tanto foi executada uma série de procedimentos de análise, utilizando-se programas de processamento de imagens, que dentre os quais se podem assinalar: o realce, a filtragem, a classificação e aplicação de índices morfológicos, no sentido de caracterizar o meio e finalmente precisar os principais focos causadores do transporte de sedimentos para o leito do rio. Esta metodologia está embasada nos trabalhos elaborados por SAUSEN (1981), HERZ & TANAKA (1978) e SCHERZ & VAN DOMELEN (1975), dentre outros.

A metodologia empregada utiliza técnicas de sensoriamento remoto orbital, com imagens de satélite de última geração associada a uma campanha de trabalhos de campo e apoiada por um tratamento laboratorial. Estes procedimentos permitem a realização de um diagnóstico bastante eficiente sobre vários dos processos degradativos atuantes, uma vez que os comportamentos espectrais dos cursos d'água e de seu entorno sofrem alterações passíveis de detecção nas imagens.

Foi dada ênfase no diagnóstico da faixa de 500 metros que margeia a calha principal do rio em ambas as margens, incluindo-se aí às regiões dos lagos de Sobradinho e de Três Marias.

O período de observação deste estudo foi os últimos dez anos (1995-2005). A escolha deste período deve-se ao fato de que se verificou uma alteração no comportamento do reservatório de Sobradinho e de suas águas à jusante. A alteração diz respeito à dispersão de sedimentos em suspensão e sua concentração na sub-superfície da água. Ou seja, a cada ano vem se observando um maior tempo com águas turvas ou barrentas. Entre 2002-2005 essa observação foi realizada com financiamento do IMSEAR/MCT.

## **RESULTADOS**

### **O embasamento técnico**

A superfície aquática absorve ou transmite a maior parte da radiação eletromagnética visível que recebe, sendo maior sua absorvidade quanto maior seja o comprimento da onda da radiação eletromagnética (CHUVIECO, 1996). A curva espectral, portanto, é similar a do solo, ainda que em sentido contrário. A maior reflectância da água clara se produz na região do azul, reduzindo-se paulatinamente na direção do infravermelho próximo e médio, onde já é praticamente nula. Por essa razão, a fronteira terra-água é muito nítida nesta banda espectral, o que favorece a perfeita discriminação destes alvos.

A variabilidade da água é mais facilmente detectada em comprimentos de onda mais curtos (azul e verde), e se relaciona com sua profundidade, conteúdo de materiais em suspensão (clorofila, argilas, e nutrientes), e rugosidade da superfície. A turbidez da água, relacionada com seu conteúdo de sedimentos, implica aumento da reflectância em todas as bandas do espectro visível, para distintos diâmetros de partículas (BHARGARA E MARIAN, 1991).

Outro aspecto importante é que a profundidade da água influi diretamente no aporte de reflectância derivada dos materiais do fundo. Em águas pouco profundas a reflectância aumenta, já que se mescla no fluxo recebido a reflectância do fundo do rio. Em conseqüência a absorvidade será tanto maior quanto mais profunda seja a camada de água. Para imagens Landsat-TM, utilizadas no presente estudo, se estima que a profundidade da água máxima que se pode determinar alcança 6,4 m na banda azul, 3 na verde e 2,1 m na vermelha (JI et al., 1992).

O restante dos materiais em suspensão contribui também para aumentar a refletividade, além de apresentar uma maior turbidez. Por último, a rugosidade da superfície favorece a reflexão difusa, e em conseqüência uma maior refletividade. No caso de águas muito tranquilas, a superfície se comporta de modo especular, com valores de reflectância muito variados em função da geometria de visada do sistema sensor. No caso de medidas tomadas com sensores orbitais, os valores tendem a ser extremamente baixos.

### **Fontes de assoreamento e degradação pontuais e difusas**

Os principais problemas identificados na bacia do São Francisco são os desmatamentos, sobretudo da mata ciliar, e queimadas em grande escala; uso e ocupação inadequada do solo e práticas não conservacionistas; lançamento de esgotos sem tratamento e resíduos sólidos sem destinação final adequada; usos indiscriminados de agrotóxicos e fertilizantes; erosão e transporte de sedimentos, inclusive àqueles de estradas rurais; assoreamento dos cursos d'água e falta de condições de navegabilidade; alteração do regime hídrico pela operação das barragens de



regularização; pesca predatória; exploração mineral sem controle; perfuração indiscriminada de poços e degradação das lagoas marginais.

Com base nos levantamentos feitos em campo, sobretudo nas áreas do médio e sub-médio São Francisco, não foi detectada a presença de sedimentos em suspensão nas desembocaduras dos principais afluentes do Rio São Francisco, ao contrário do que se pensava. Os rios Paracatu, Urucuia, Cariranha, Correntes, Grande, e Paramirim não despejam sedimentos que possam contribuir significativamente para justificar a coloração amarelada de sedimento em suspensão no Rio São Francisco.

O Rio São Francisco, ao longo dos seus 2700 km, tem uma declividade de 600 m. da nascente a Foz (Figura 1). O perfil longitudinal em seu curso médio, entre as cidades de Pirapora e Sobradinho (Figura 2) apresenta uma declividade média de 74 mm/km. Este gradiente de inclinação muito baixo em relação à declividade total indica uma baixa capacidade erosiva do rio e conseqüentemente de transportar os materiais. No período das chuvas neste trecho do rio, que vai normalmente de novembro a março, o rio recebe uma grande quantidade de água de seus afluentes, aumentando significativamente sua energia causando assim o desbarrancamento das margens, ou seja, causando erosão pluvial. Todos os processos que desencadeiam, de uma forma ou de outra, o transporte de sedimentos no curso dos rios, inferem decisivamente na quantidade e qualidade das águas. Com a execução do trabalho de investigação foram identificados alguns focos que originam a sedimentação no rio São Francisco, tanto do seu leito principal como dos principais alimentadores do mesmo. A perfeita identificação e localização das fontes de sedimentos possibilitam a tomada de ações de reparação do meio ambiente de maneira mais eficaz, uma vez que o problema pode ser analisado numa ótica diferenciada para cada um dos locais identificados.

A grande variabilidade do ambiente físico, em termos de solos (Figura 3), topografia e cobertura vegetal (Figura 4), sobretudo da mata ciliar, associada às atividades antrópicas nas margens e áreas naturais de inundação, evidencia a necessidade de uma gama de soluções diferenciadas para cada um destes ambientes.

A Figura 5 mostra uma visão geral da bacia hidrográfica do Rio São Francisco, contemplando os principais acessos rodoviários, linhas de drenagem e principais cidades.

A Figura 6 apresenta o roteiro de visitas a campo onde se pode observar aspectos locais e registros fotográficos.

A Figura 7 mostra o mosaico de imagens de satélite do contorno geral da bacia. As Figuras de 8 a 17 mostram fragmentos de imagens de satélite com a espacialização das **APPs** de drenagem para a calha principal do rio São Francisco. Estas **APPs** correspondem às faixas de 500 metros das margens esquerda e direita do Rio São Francisco para dez situações observadas ao longo do seu curso. As observações se iniciam na calha do Rio Paraopeba, à montante da represa de Três Marias, finalizando nas imediações de Petrolina-PE / Juazeiro-BA.

Ao longo de todo o trecho estudado são evidentes as agressões provocadas ao rio. Em praticamente todos os locais analisados e ilustrados nas Figuras de 8 a 17, observa-se intensa atividade agrícola, associada a práticas de manejo inadequadas, queimadas, subtração da vegetação ciliar, loteamentos de urbanização, parques industriais de alto potencial poluidor, estruturas de laser não regulamentadas e emissão de esgotos sem nenhuma forma tratamento.

Cada região fisiográfica da bacia do São Francisco com suas peculiaridades próprias apresenta problemas específicos, diferindo assim uma das outras. Entre os graves problemas ambientais identificados na bacia encontram-se o despejo direto de águas urbanas não tratadas e de efluentes provenientes da indústria e da mineração, contendo metais pesados e cianetos.

Além disso, existe o uso indiscriminado de produtos agroquímicos na agricultura e a ocorrência de desmatamento em grande escala para uso da madeira como lenha e carvão, para o uso agrícola, indústria em geral incluindo a mineração.

É preciso enfatizar que grande parte dos problemas identificados poderia ser substancialmente equacionada se houvesse a observância da Legislação Federal com respeito às Áreas de Preservação Permanente (**APP**) (Lei nº 4.771 e Resoluções CONAMA).

## **Agradecimentos**

Agradecemos a Embrapa Semi-Árido pelo apoio incondicional na disponibilização de toda a estrutura laboratorial e veículos para a realização das campanhas a campo. Aos colegas Paulo Pereira da Silva Filho e Davi Ferreira da Silva, técnicos em geoprocessamento da Embrapa Semi-Árido e a Cleideran Ferreira da Silva, bolsista do CNPq vinculado a Embrapa Semi-Árido pela eficaz e oportuna colaboração nessa pesquisa.

## **Referências**

- ANA, Agencia Nacional de Águas, 2003. **Diagnóstico Analítico da Bacia do Rio São Francisco e da sua zona costeira** (Relatório Final) ANA/GEF/PNUMA/OEA. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- ANDERSON, H.W., 1975. **Relative contributions of sediment from source areas and transport processes**. ARS-S-40 U.S. Dept. of Agriculture.
- BHARGARA, D.S. e MARIAN, D.W., 1991. Spectral reflectance relationships to turbidity generated by different clay materials. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, 56: 225-229.
- IBGE 2000, **Censo**, ANA/GEF/PNUMA/OEA.
- CHUVIECO, E. S., 1996. **Fundamentos de teledetección espacial**. 3ª Ed. Ediciones Rialp., Madrid.



- HERZ, R.; TANAKA, K., 1978. **Método para classificação automática de padrões multiespectrais de imagens orbitais em águas costeiras.** INPE, São José dos Campos.
- CIVICO, D.L. & KENNARD, W.C., 1972. **Satellite remote bathymetry: a new mechanism for modelling.** *Photogrammetry Engineering and Remote Sensing*, 58: 545-549.
- ROCHA, G., 1983. **O rio São Francisco: fator precípua da existência do Brasil.** 3. ed.: Ed. Nacional; São Paulo.
- SAUSEN, T. M., 1980. **Estudo da dinâmica do alto rio São Francisco e reservatório de três Marias, através de imagens MSS / LANDSAT.** Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Dissertação de Mestrado. São José dos Campos.
- SCHERZ, J.R., VAN DOMELEN, J.F. , 1975. Water quality indicators obtainable from aircraft and Landsat images their use in classifying lakes. in: **International Symposium on Remote Sensing of Environment**, 10 (1), 447-460.

Figuras



Figura 1. Localização da Bacia hidrográfica do Rio São Francisco.



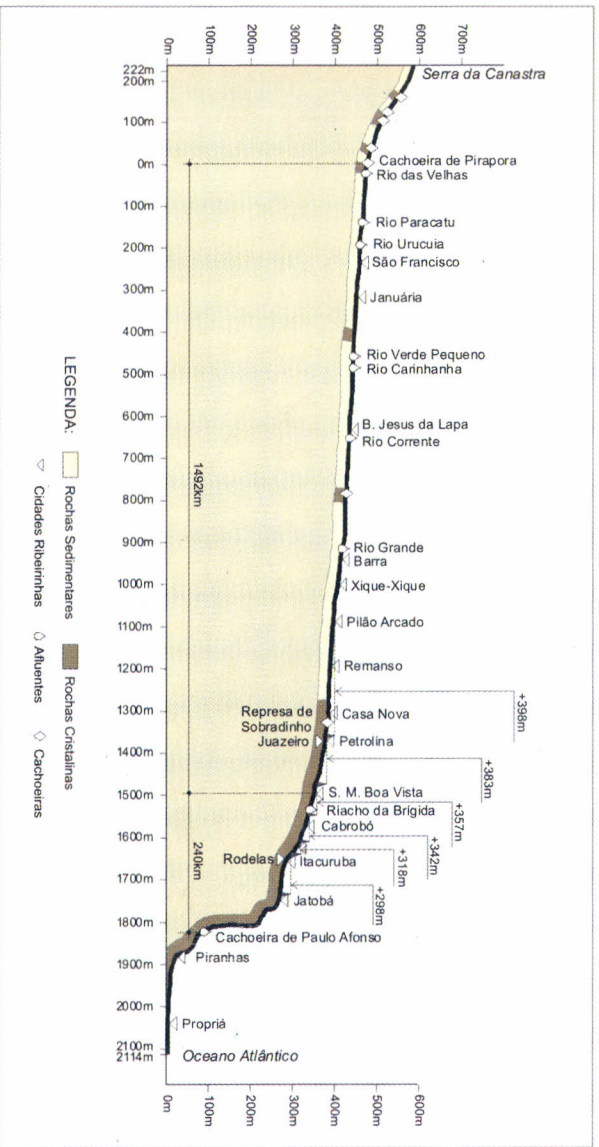
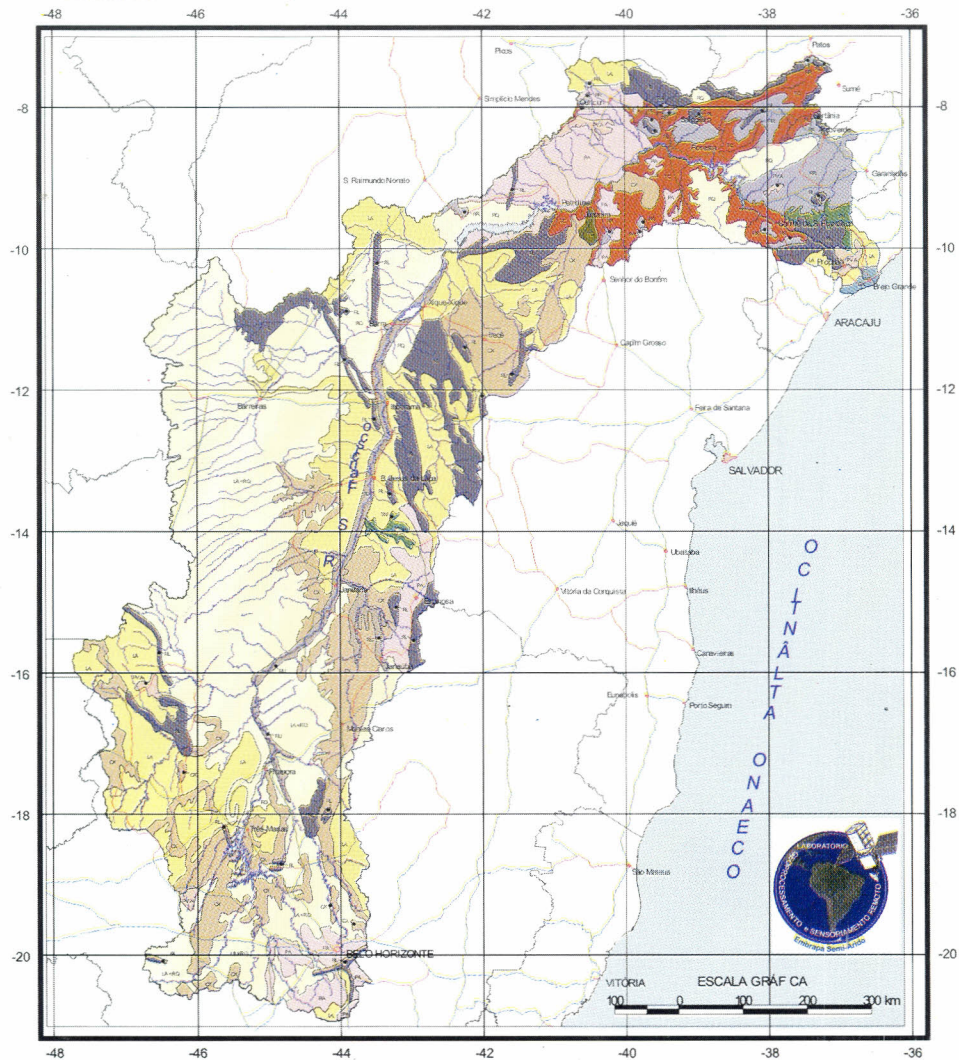


Figura 2. Perfil longitudinal do Rio São Francisco.  
Fonte: Adaptada de ROCHA (1983).

# MAPA DE SOLOS DA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO DETECÇÃO DAS FONTES DOS SEDIMENTOS DO RIO SÃO FRANCISCO



2006



FONTE: Base Municipal do IBGE/1998  
Limite da Bacia do São Francisco - CODEVASF/1996  
Mapa Rodoviário - DNIT/2002  
Mapa Exploratório de Solos - EMBRAPA/1983

## Convenções

- Limite da Bacia do Rio São Francisco
- Drenagem
- Rodovia Estadual
- Rodovia Federal
- Sede Municipal
- Pontos Visitados

## Legenda

- |       |  |    |                        |
|-------|--|----|------------------------|
| PA    | Argissolo Amarelo                      | RL | Neossolo Litólico      |
| PVA   | Argissolo Vermelho-Amarelo             | RQ | Neossolo Quartzarênico |
| CX    | Cambissolo Háplico                     | RR | Neossolo Regolítico    |
| GX    | Gleissolo Háplico                      | RU | Neossolo Flúvico       |
| LA    | Latossolo Amarelo                      | SN | Planossolo Nátrico     |
| LA+RQ | Latossolo Amarelo+Neossolo Quartzênico | VC | Vertissolo Cromado     |
| TC    | Luvissoilo Crômico                     |    |                        |

Lab. de Geoprocessamento da Embrapa Semi-Árido

Figura 3. Mapa de solos da bacia do Rio São Francisco.



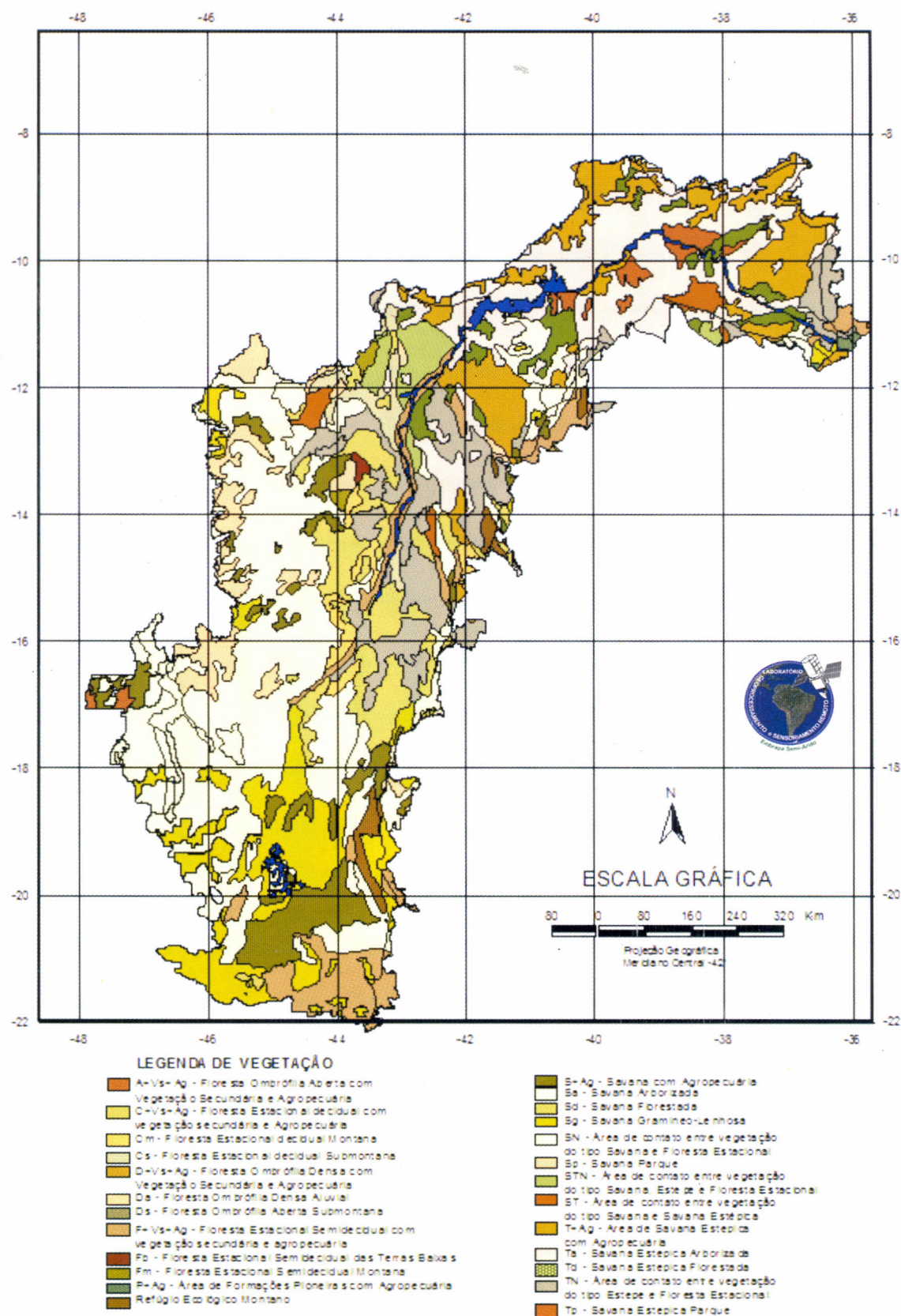


Figura 4. Mapa de vegetação da Bacia do Rio São Francisco.

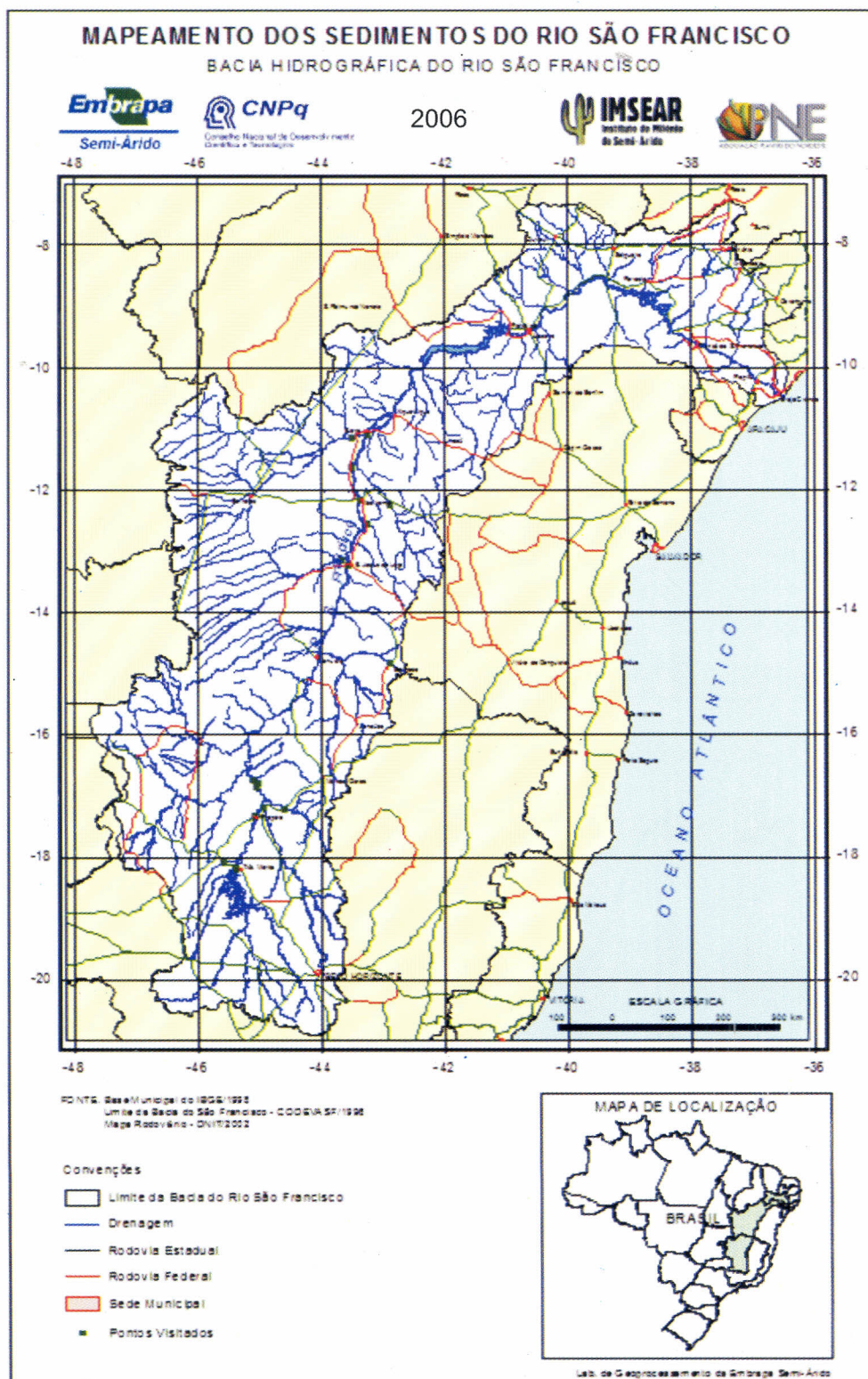


Figura 5. Visão geral da bacia, principais acessos rodoviários, linhas de drenagem e principais cidades.



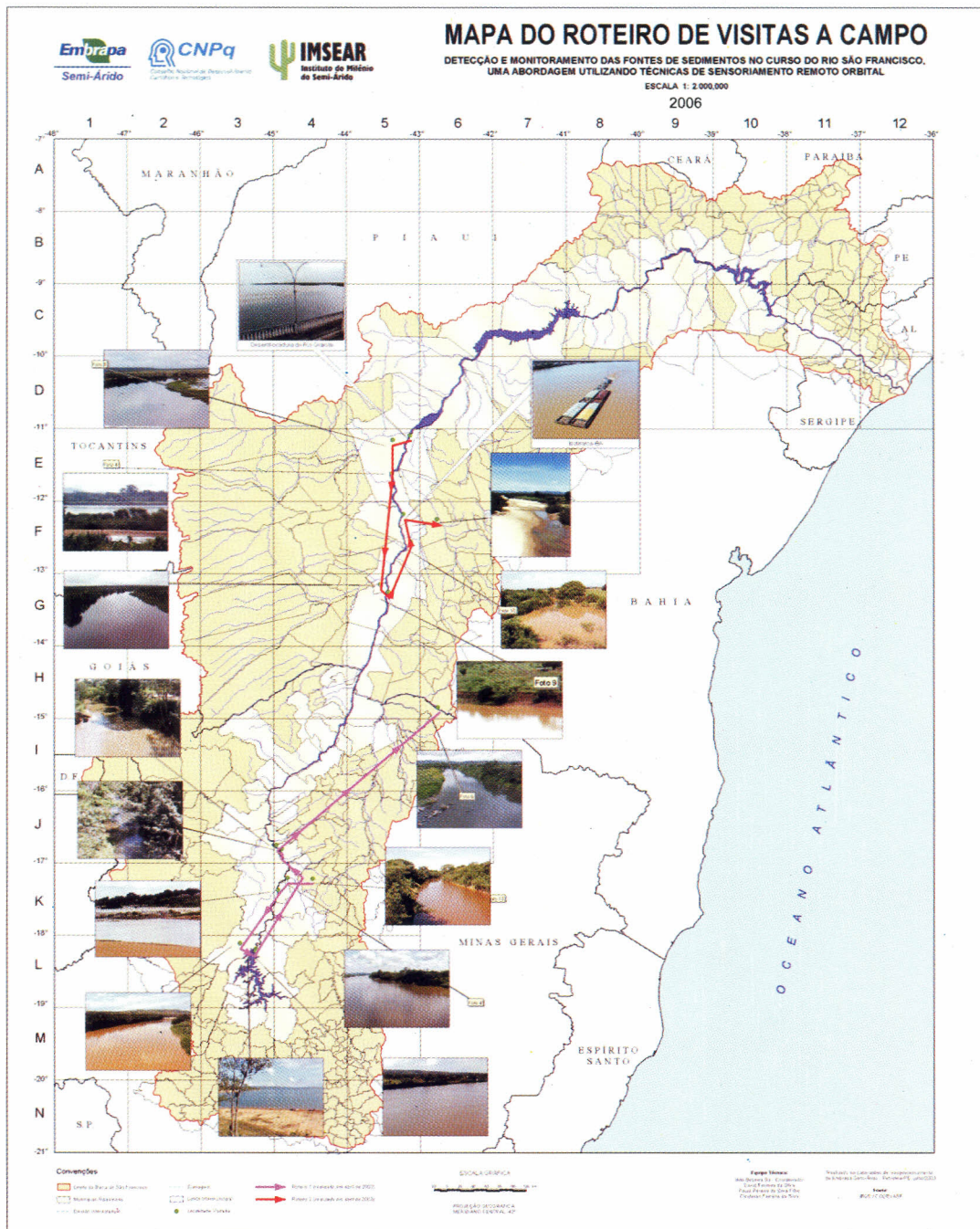


Figura 6. Mapa de roteiro de visitas a campo.

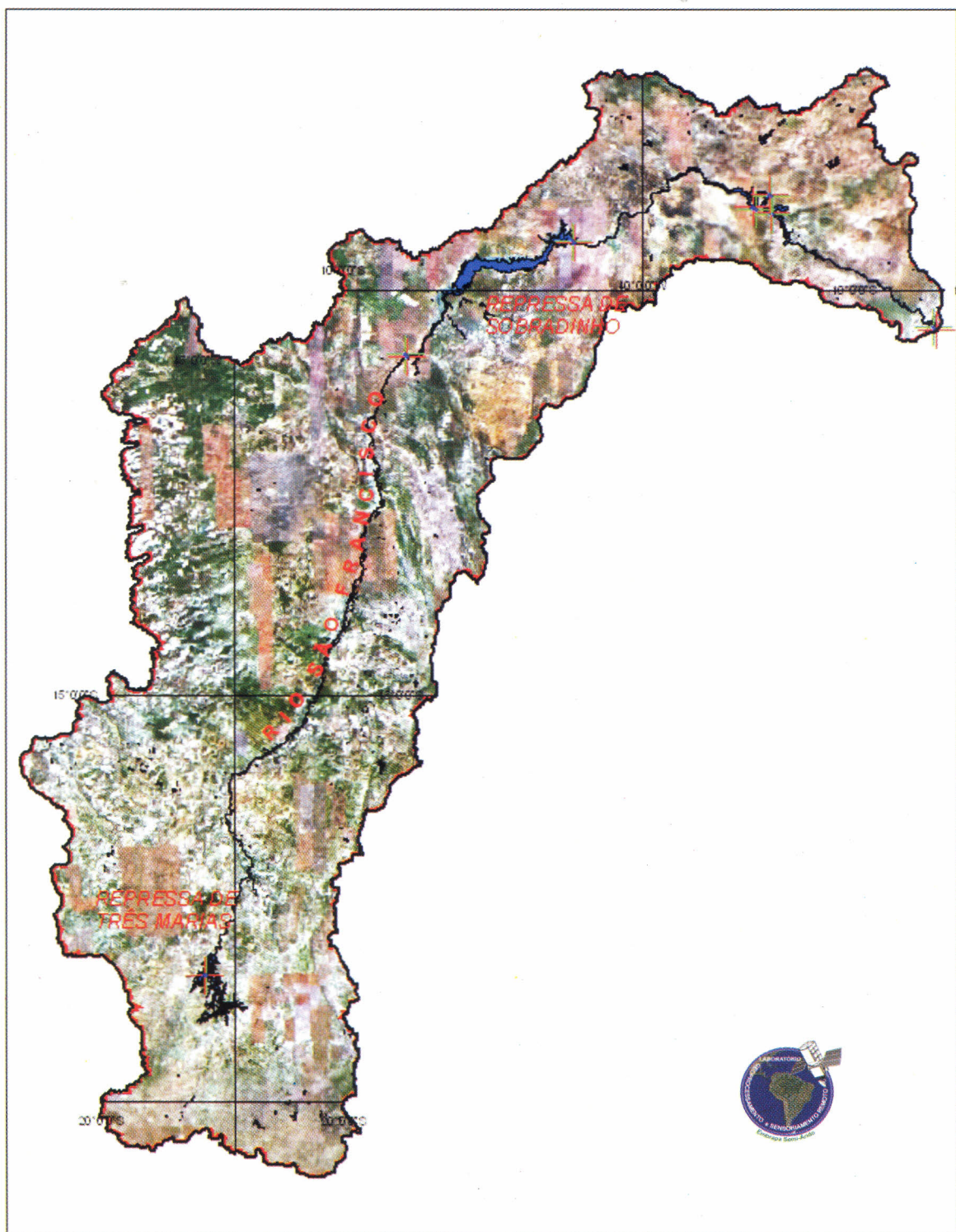


Figura 7. Mosaico de imagens de satélite do contorno geral da bacia.



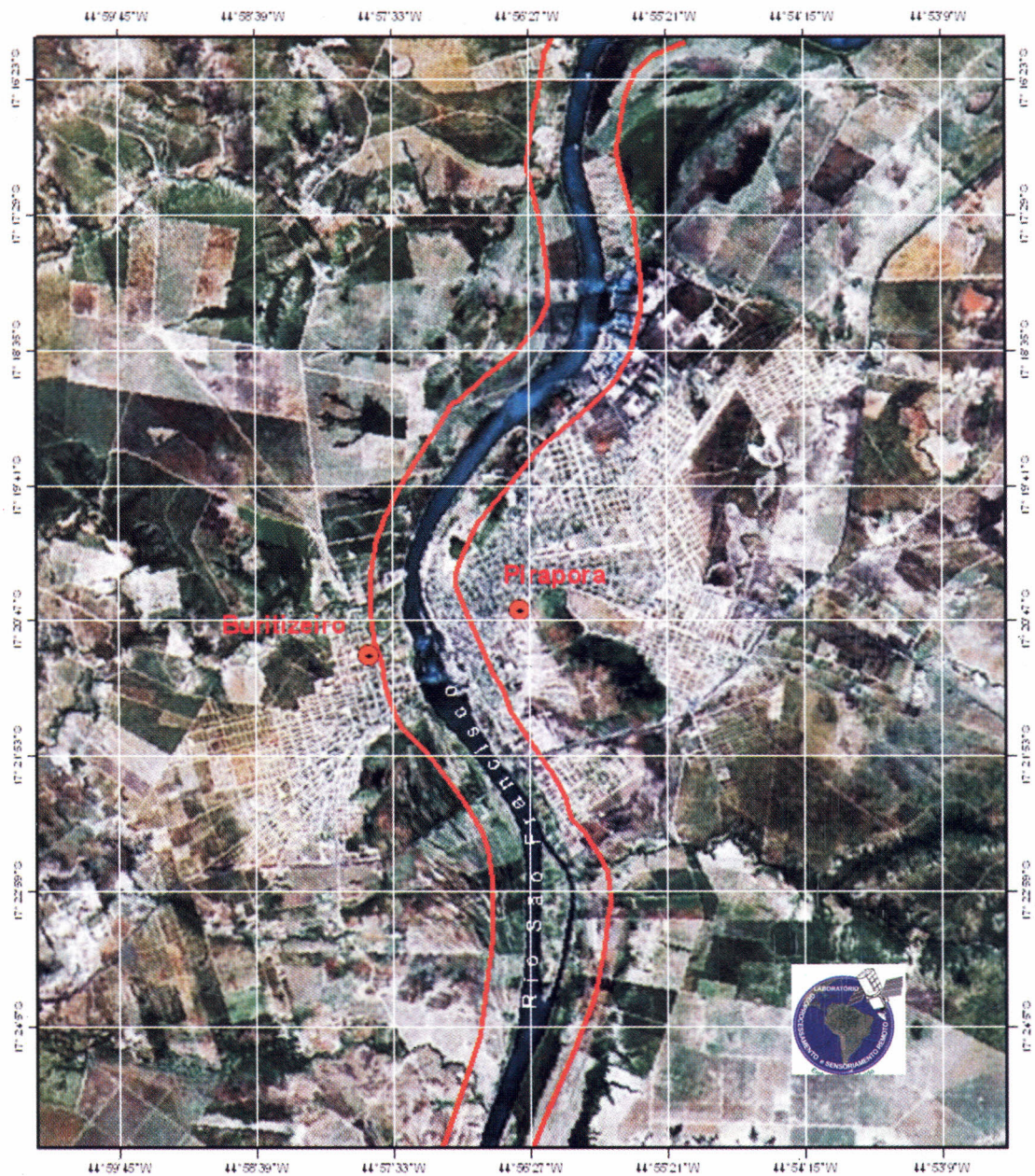


Figura 8. Delimitação da APP de trecho do Rio Paraopeba.



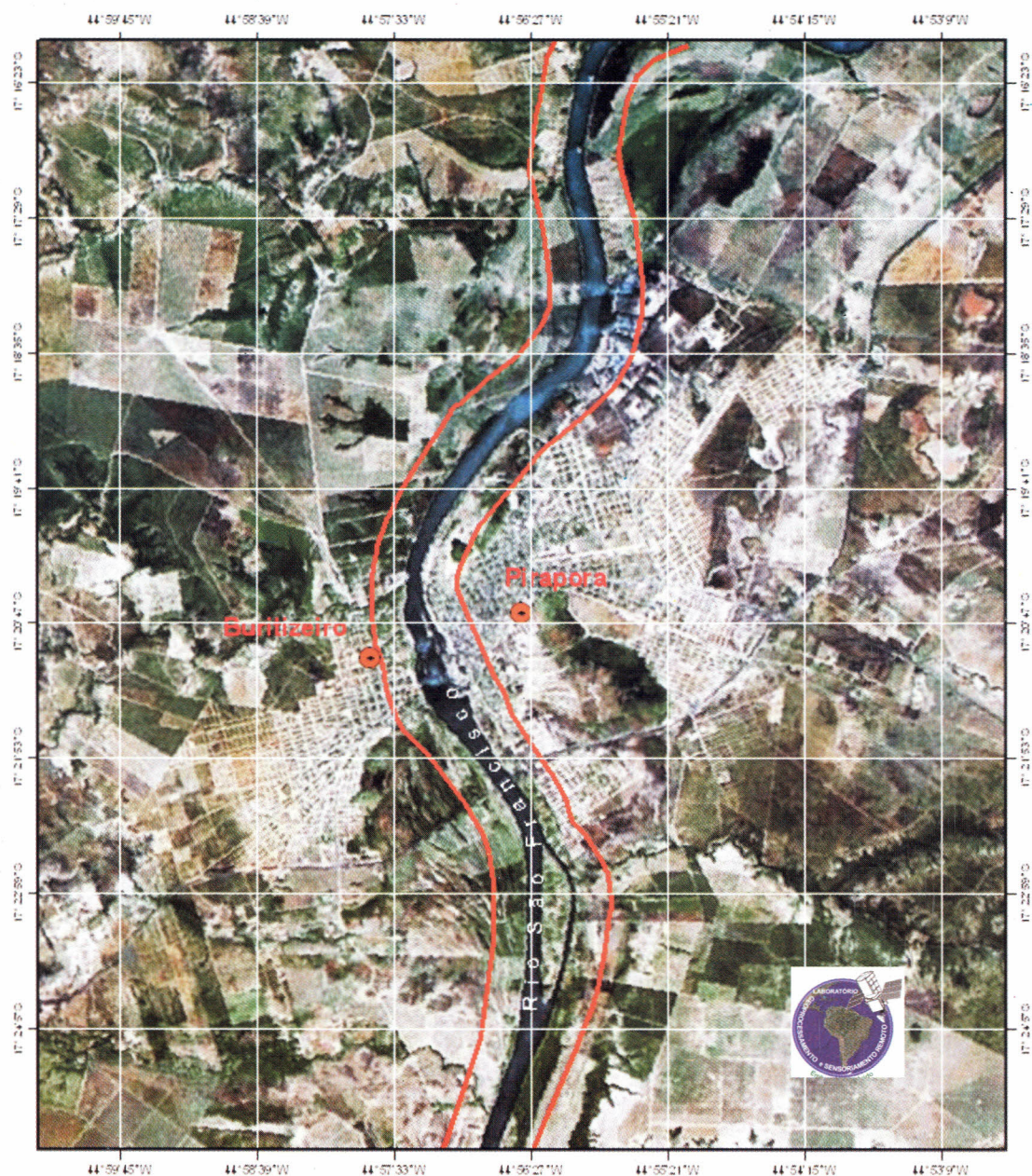


Figura 9. Delimitação da APP da região de Pirapora-MG



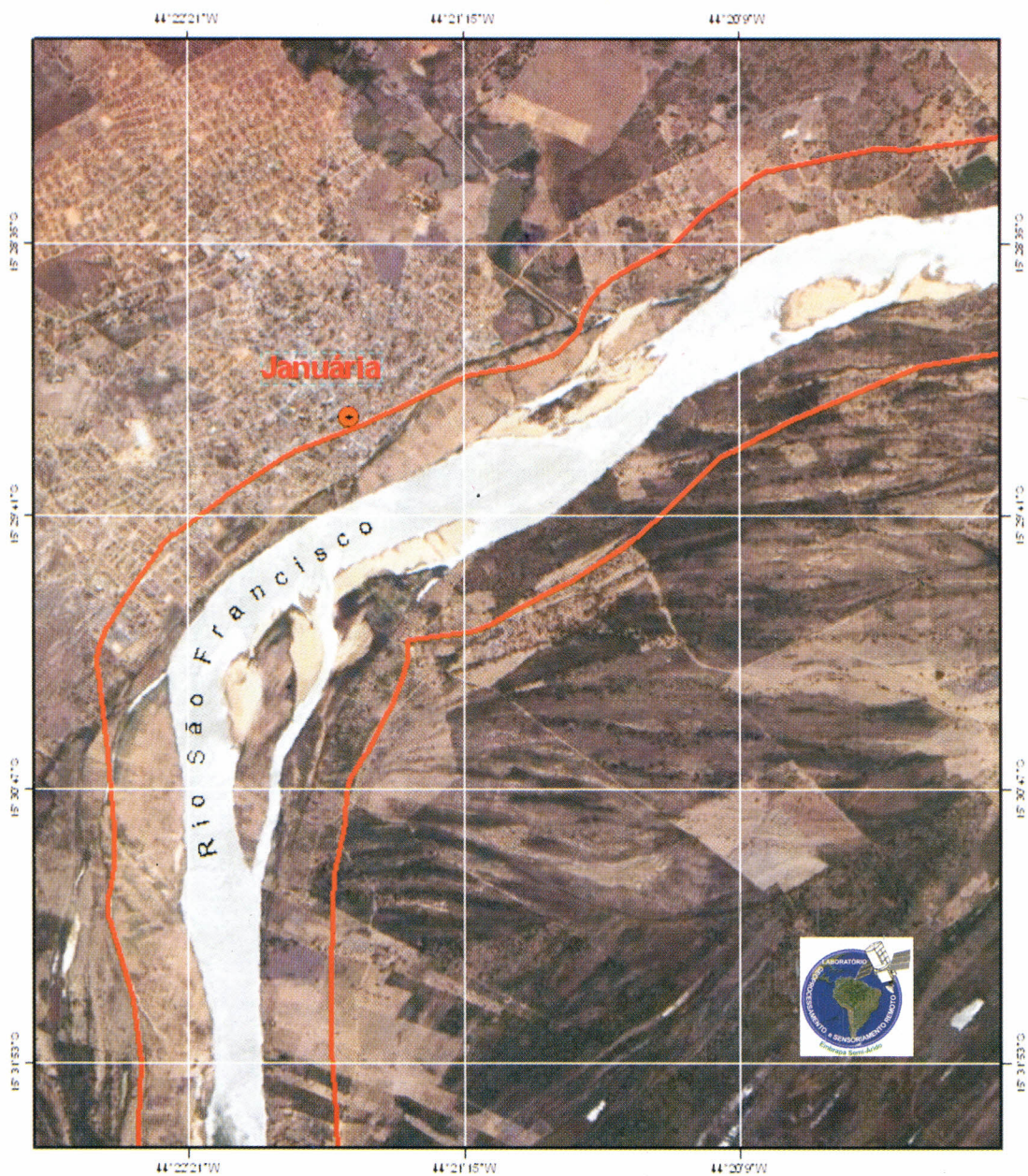


Figura 10. Delimitação da APP da região de Januária-MG.



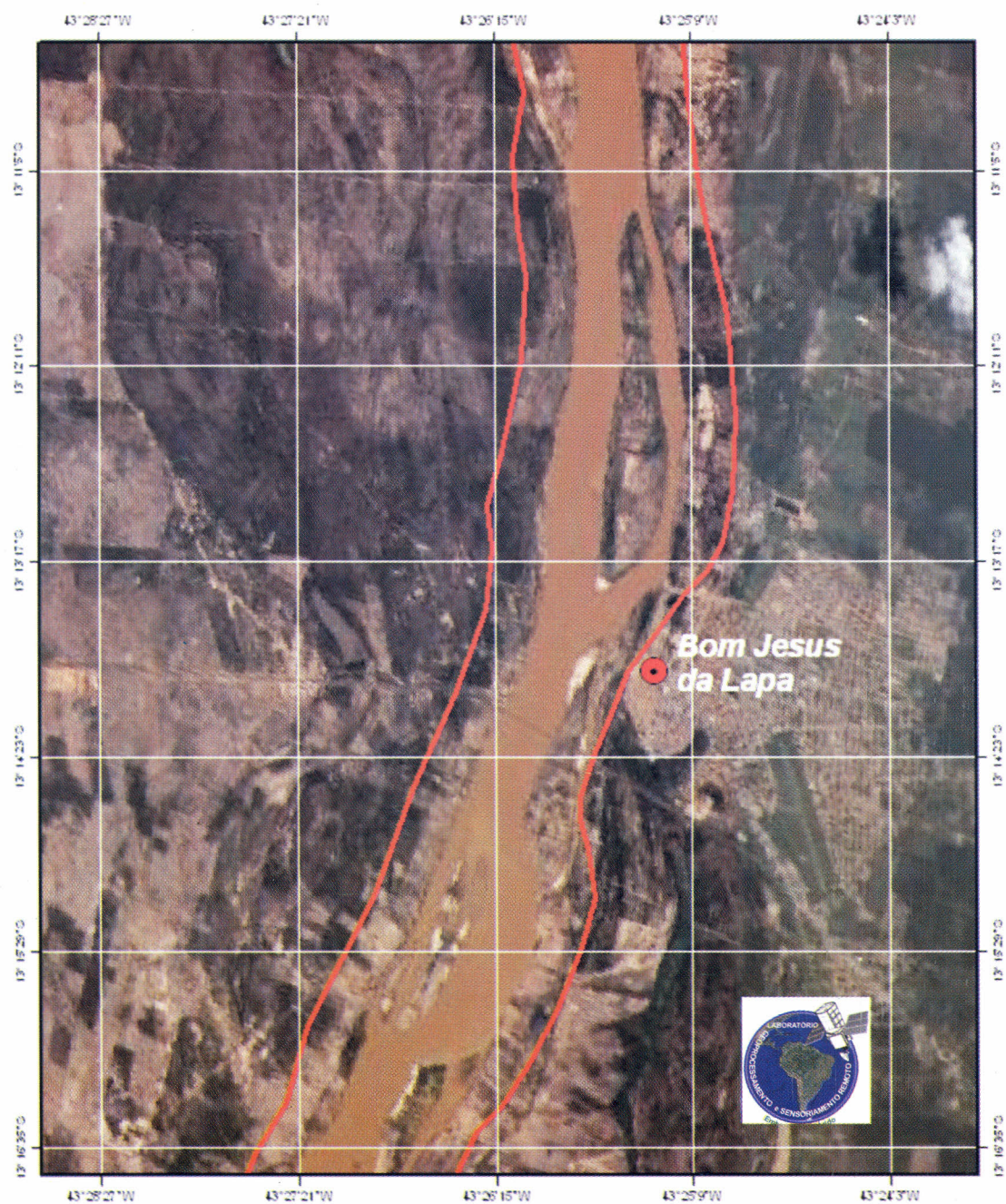


Figura 11. Delimitação da APP da região de Bom Jesus da Lapa-BA.



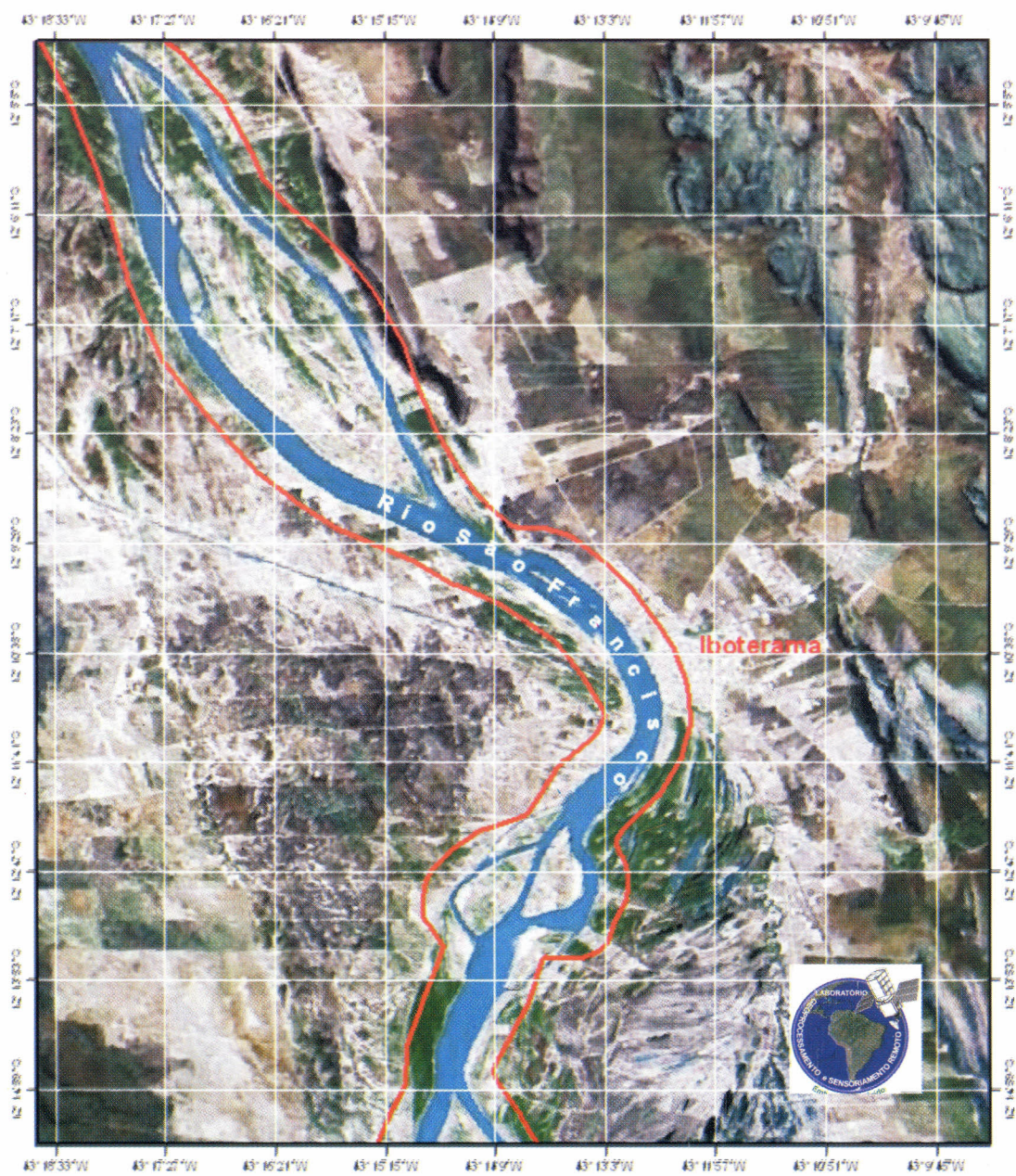


Figura 12. Delimitação da APP da região de Ibotirama



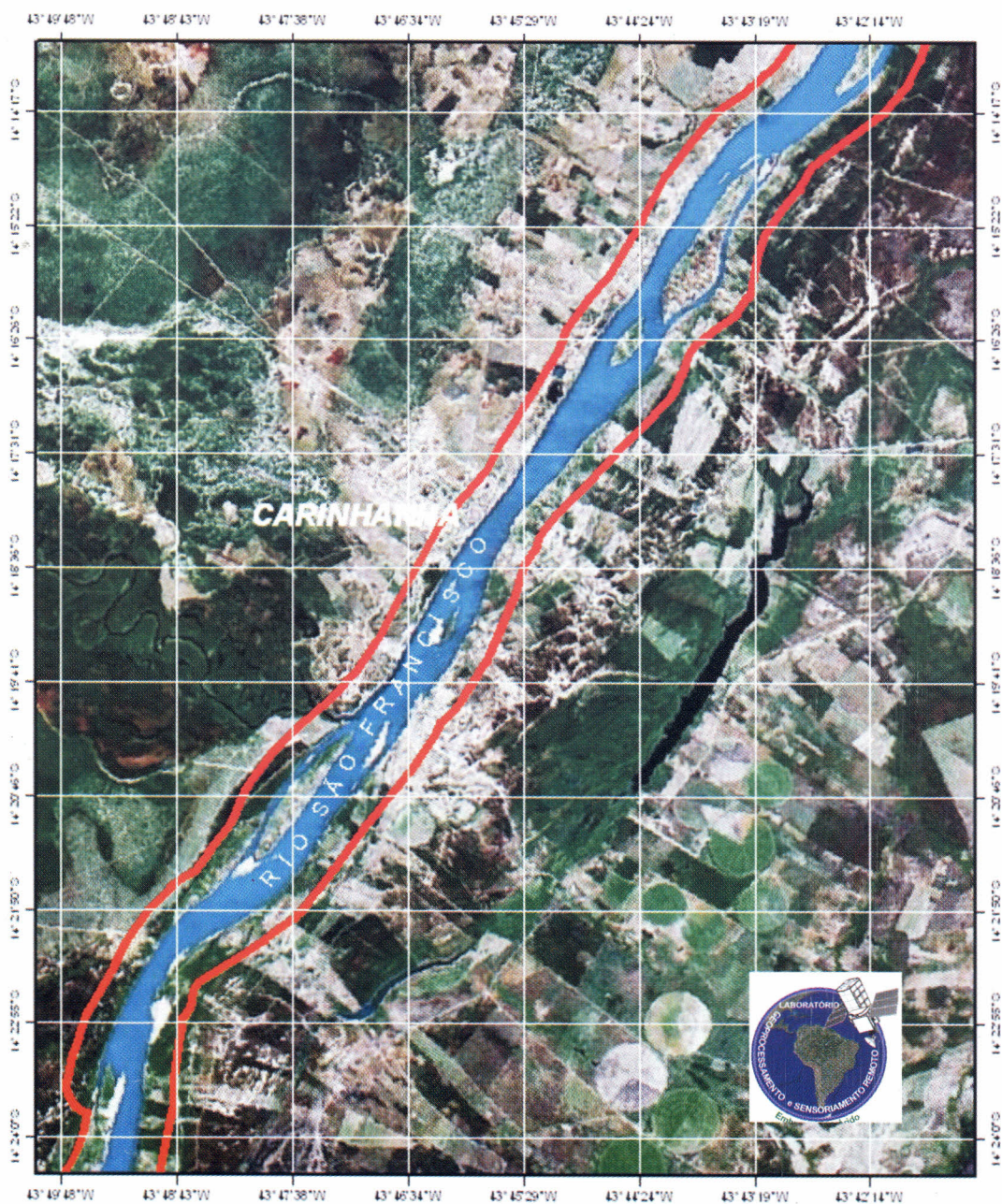


Figura 13. Delimitação da APP da região de Carinhanha-BA.





Figura 14. Delimitação da APP da região de Barra-BA.





Figura15. Delimitação da APP da região de Xique Xique-BA.





Figura 16. Delimitação da APP da região de Sento Sé-BA.





Figura 17. Delimitação da APP da região de Petrolina-PE / Juazeiro-BA.